



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 16 872 A 1**

⑤① Int. Cl. 5:  
**G 02 B 6/44**

②① Aktenzeichen: P 43 16 872.8  
②② Anmeldetag: 19. 5. 93  
④③ Offenlegungstag: 24. 11. 94

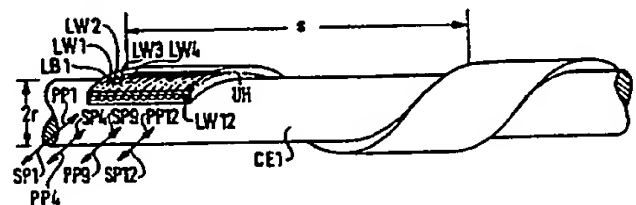
DE 43 16 872 A 1

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Pfandl, Walter, Dr., 8637 Ahorn, DE; Gao, Zhan,  
Dipl.-Ing., 8630 Coburg, DE; Stöcklein, Waldemar,  
Dr., 8630 Coburg, DE; Schneider, Reiner, Dipl.-Ing.  
(FH), 8624 Ebersdorf, DE

⑤④ Optisches Kabel mit mindestens einem Lichtwellenleiterbündchen und Verfahren zu dessen Herstellung

⑤⑦ Das optische Kabel weist mindestens ein Lichtwellenleiterbündchen (LB1) auf, daß mehrere von einer gemeinsamen Umhüllung (UH) umschlossene Lichtwellenleiter (LW1-LW12) enthält. Zumindest ein Teil der Lichtwellenleiter in der gemeinsamen Umhüllung (UH) ist mit einer mechanischen Vorbeanspruchung (PP1-PP12) beaufschlagt, deren Richtung derart gewählt ist, daß sie der Richtung der durch die Führung in einer eine Torsion ergebenden Bahn verursachten Beanspruchung (SP1-SP12) entgegengesetzt gerichtet ist.



DE 43 16 872 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 94 408 047/239

7/33

Die Erfindung betrifft ein optisches Kabel mit mindestens einem Lichtwellenleiterbändchen, das mehrere von einer gemeinsamen Umhüllung umschlossene Lichtwellenleiter enthält und das in einer Torsion ergebenden Bahn im Kabel angeordnet ist.

Aus der GB 21 22 767-A ist ein optisches Kabel bekannt, bei dem ein Stapel aus Lichtwellenleiterbändchen vorgesehen ist. Jedes dieser Lichtwellenleiterbändchen enthält in einer Reihe nebeneinanderliegend eine vorgegebene Anzahl von z. B. 4 Lichtwellenleitern. Wird ein derartiger Stapel von Lichtwellenleiterbändchen z. B. im Rahmen eines Verseilvorganges zur Herstellung eines optischen Kabels in einer gekrümmten Bahn geführt, dann treten, je nach Art der Führung dieser Bahn und je nach der Zahl der Lichtwellenleiter innerhalb eines Bändchens unterschiedlich große mechanische Beanspruchungen auf. Um diesen Beanspruchungen zumindest teilweise zu begegnen, ist bei der bekannten Anordnung vorgesehen, daß die Lichtwellenleiter im Inneren des Lichtwellenleiterbändchens in einer hohlen Kammer mit einer entsprechenden Überlänge geführt werden, während außen am Bändchen zugfeste Elemente in die gemeinsame Umhüllung mit einextrudiert werden. Da die zugfesten Elemente zusätzlich in das Lichtwellenleiterbändchen eingebracht werden müssen, werden die Bändchen insgesamt breiter und auch der Herstellungsprozeß entsprechend umständlicher.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Weg aufzuzeigen, wie die mechanische Beanspruchung von Lichtwellenleitern innerhalb eines Lichtwellenleiterbändchens verringert werden kann. Diese Aufgabe wird bei einem optischen Kabel der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß zumindest ein Teil der Lichtwellenleiter in der gemeinsamen Umhüllung mit einer mechanischen Vorspannung beaufschlagt ist, deren Richtung derart gewählt ist, daß sie der Richtung der durch die Führung in der Bahn verursachten Beanspruchung entgegengesetzt gerichtet ist.

Bei der Erfindung wird somit bereits bei der Herstellung der Lichtwellenleiterbändchen den einzelnen Lichtwellenleitern eine mechanische Vorbeanspruchung mitgegeben. Dies läßt sich relativ einfach herstellend, weil lediglich bei der Aufbringung der Umhüllung die einzelnen Lichtwellenleiter mit der gewünschten mechanischen Vorbeanspruchung zu beaufschlagen sind. Bei der Weiterverarbeitung dieser Lichtwellenleiterbändchen, z. B. im Rahmen eines Verseilvorganges, treten ebenfalls Kräfte auf. Diese sind gemäß der Lehre der Erfindung so gerichtet, daß sie den Vorbeanspruchungen der Lichtwellenleiter entgegen wirken, d. h. es kommt zu einer zumindest teilweisen Kompensation der mechanischen Beanspruchung der einzelnen Lichtwellenleiter. In der fertigen Struktur, also im fertigen Kabel liegen bzw. verlaufen die Lichtwellenleiter weitgehend ohne oder nur mit geringen mechanischen Beanspruchungen. Dämpfungserhöhungen infolge dieser mechanischen Beanspruchungen sind demnach weniger zu befürchten als wenn z. B. nicht entsprechend vorbehandelte Lichtwellenleiterbändchen in eine Kabelseele eingeseilt oder in sonstiger Weise verarbeitet werden.

Ein weiterer Vorteil, der sich bei dem Einsatz derartiger mit einer Vorbeanspruchung beaufschlagter Lichtwellenleiter innerhalb eines Bändchens ergibt, besteht darin, daß im fertigen Kabel das Bändchen in seiner Gesamtheit weit weniger mechanische Vorspannungen

aufweist, weil es zu einer zumindest teilweisen inneren Kräfte-Kompensation im Rahmen des gekrümmten Bahnverlaufs kommt. Während Bändchen, deren Lichtwellenleiter ohne Vorbeanspruchung mit einer gemeinsamen Umhüllung umgeben sind, infolge der Führung in der gekrümmten, eine Torsion ergebenden Bahn eine erhebliche elastische Spannung aufweisen und deshalb leicht zum Umkippen oder Hochkantstellen neigen, sind die gemäß der Erfindung aufgebauten Lichtwellenleiterbändchen in ihrer Gesamtheit geringeren mechanischen Kräften unterworfen und neigen deshalb weniger zum Hochkantstellen oder Umkippen. Ein derartiges Hochkantstellen oder Umkippen hat aber, insbesondere wenn das Bändchen an Seitenwänden oder sonstigen festen Teilen anstößt meist Dämpfungserhöhungen zur Folge, weil es in diesen Bereichen besonders leicht zu Mikrobiegungen kommt. Außerdem ist bekannt, daß Dauerbeanspruchungen die Lebensdauer der Fasern reduziert.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren, zur Herstellung eines Lichtwellenleiterbändchens, bei dem mehrere Lichtwellenleiter von einer gemeinsamen Umhüllung umschlossen werden und welches dadurch gekennzeichnet ist, daß zumindest ein Teil der Lichtwellenleiter beim Aufbiegen der gemeinsamen Umhüllung mit einer mechanischen Vorbeanspruchung beaufschlagt werden, daß die Umhüllung derart feststehend auf den Lichtwellenleitern aufgebracht wird, daß die mechanische Vorbeanspruchung zumindest zum Teil aufrechterhalten bleibt und daß die Richtung der Vorbeanspruchung derart gewählt ist, daß sie der Richtung der bei einer Weiterverarbeitung des Lichtwellenleiterbändchens auftretenden Beanspruchung entgegengesetzt gerichtet ist.

Die Erfindung betrifft auch ein Lichtwellenleiterbändchen mit mehreren, in einer gemeinsamen Umhüllung enthaltenen Lichtwellenleitern, welches gekennzeichnet ist durch eine Vorspannung der Lichtwellenleiter derart, daß weiter außen liegende Lichtwellenleiter eine Druckvorspannung aufweisen und weiter innen bzw. in der Mitte liegende Lichtwellenleiter eine Zugvorspannung aufweisen.

Sonstige Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen wiedergegeben.

Die Erfindung und ihre Weiterbildungen werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 in perspektivischer Darstellung ein in helixförmig verlaufender Bahn angeordnetes Lichtwellenleiterbändchen nach der Erfindung,

Fig. 2 ein Diagramm über die Kräfteverteilung für das Bändchen nach Fig. 1,

Fig. 3 den Drehwinkel in Abhängigkeit von der Verseilsteigung,

Fig. 4 eine Einrichtung für die Herstellung eines Lichtwellenleiterbändchens nach der Erfindung,

Fig. 5 ein Diagramm für die Kräfteverteilung eines nach Fig. 4 hergestellten Lichtwellenleiterbändchens und

Fig. 6 ein optisches Kabel, das mit Lichtwellenleiterbändchen nach der Erfindung aufgebaut ist.

In Fig. 1 ist ein kreiszylindrischer Trägerkörper CE1 vorgesehen, der einen Radius  $r$  aufweist. Auf diesem Trägerkörper ist ein Lichtwellenleiterbändchen LB1 in einer schraubenlinienförmigen Bahn aufgewickelt, welches zwölf Lichtwellenleiter LW1—LW12 enthält. Diese Lichtwellenleiter sind in einer Linie nebeneinander angeordnet und von einer gemeinsamen Umhüllung UH

umschlossen. Die Schlaglänge des so aufgetragenen Lichtwellenleiterbändchens LB1 ist mit  $s$  bezeichnet.

In Fig. 2 ist in einem Diagramm die Dehnung  $d$  in Prozent für die einzelnen Lichtwellenleiter LW1—LW12 dargestellt, wie sie bei einer Anordnung nach Fig. 1 eintritt. Die ausgezogene Kurve K500 gibt die Dehnung wieder, welche sich bei einer Schlaglänge oder Verseilsteigung  $s = 500$  mm des Lichtwellenleiterbändchens LB1 ergibt. Die Kurve K200 zeigt die Dehnung der einzelnen Lichtwellenleiter LW1—LW12 bei einer kürzeren Verseilsteigung von  $s = 200$  mm. In beiden Fällen ist ein Verseilradius von  $r = 7,6$  mm zugrundegelegt. Die Breite des Bändchens beträgt 3,2 mm.

Der Zusammenhang zwischen der Verseilsteigung  $s$  in mm und dem Drehwinkel  $\Phi/m$  ist in Fig. 3 gezeigt. Daraus ergibt sich, daß für die Verseilsteigung  $s = 0$  mm und für die Verseilsteigung  $s = \infty$  der Drehwinkel  $\Phi/m$  jeweils 0 ist, während sich bei einer Verseilsteigung von  $s \approx 50$  mm etwa ein Maximum für  $\Phi/m$  ausbildet. Man erkennt daraus, daß für die gängigen Verseilsteigungen etwa im Bereich zwischen 100 und 500 mm erhebliche Drehwinkel  $\Phi/m$  auftreten und dementsprechend auch nicht unerhebliche Beanspruchungen der Lichtwellenleiter.

Wie sich aus dem Verlauf der Kurve K500 nach Fig. 2 ergibt, werden bei einem helixförmigen Verlauf gemäß Fig. 1 die äußeren Lichtwellenleiter LW1, LW2 sowie LW11 und LW12 gedehnt und die inneren (LW4—LW9) gestaucht. Die Lichtwellenleiter LW3 und LW10 sind praktisch spannungsfrei. Bei den beiden äußeren Lichtwellenleitern LW1 und LW12 des Bändchens LB1 sind die Zugspannungen durch die Pfeile SP1 und SP12 angedeutet. Bei den Lichtwellenleitern LW4 und LW9 sind die Druckspannungen durch Pfeile SP4 und SP9 wiedergegeben.

Würde man die Verseilsteigung mit  $s = 200$  mm wählen, dann würde sich ein Kurvenverlauf entsprechend der Kurve K200 ergeben. Dieser Kurvenverlauf K200 hätte natürlich eine wesentlich größere Dehnung und damit wesentlich größere Zugkräfte bei den äußeren Lichtwellenleitern LW1, LW2 sowie LW11 und LW12 zur Folge und entsprechend ebenfalls wesentlich größere Stauchungen und damit Druckkräfte bei den inneren Lichtwellenleitern LW4—LW9. Die Ursache liegt einfach darin, daß der Verseilwinkel  $\Phi/m$  nach Fig. 3 für eine Steigung  $s = 200$  mm wesentlich größer ist, als derjenige für einen Verseilsteigung  $s = 500$  mm.

Die Dehnung und mechanischen Beanspruchung wird um so größer, je mehr Lichtwellenleiter innerhalb eines Lichtwellenleiterbändchens LB1 angeordnet sind, weil sich dadurch die seitliche Ausdehnung (Breite) des Lichtwellenleiterbändchens LB1 entsprechend vergrößert und damit auch die mechanische Beanspruchung der Lichtwellenleiter.

Zur Abhilfe gegenüber diesen unerwünschten mechanischen Beanspruchungen der Lichtwellenleiter innerhalb des Lichtwellenleiterbändchens LB1 ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Lichtwellenleiter bevor sie in die in Fig. 1 dargestellte gekrümmte Bahn gebracht werden mit einer Vorspannung beaufschlagt sind, welche der durch die Führung in der gekrümmten, eine Torsion ergebenden helixförmigen Bahn verursachten Beanspruchung entgegengesetzt gerichtet ist. Um dies zu verdeutlichen, sind in Fig. 1 in der Fluchtlinie der Lichtwellenleiter LW1, LW4, LW9 und LW12 jeweils die Kräftepfeile SP1 und SP12 für die Zugspannungen auf den Lichtwellenleiter LW1 und LW12 sowie die Pfeile SP4 und SP9 für die Druckspannungen bei den

Lichtwellenleiter LW4 und LW9 eingetragen.

Wenn der Lichtwellenleiter LW1 mit einer Druckspannung vorbeaufschlagt wird, die in Fig. 1 und Fig. 2 durch den Pfeil PP1 angedeutet ist, dann wird die durch den gekrümmten Bahnverlauf erzeugte Zugspannung SP1 durch die entgegengesetzte Druckvorspannung PP1 ganz oder zumindest zum Teil kompensiert, so daß die resultierende Beanspruchung des Lichtwellenleiters LW1 wesentlich geringer bzw. im exakten Fall sogar praktisch zu Null gemacht wird. Das gleiche gilt für den Lichtwellenleiter LW12, wo durch eine Druckvorspannung PP12 die infolge der gekrümmten Bahn auftretende Zugspannung SP12 ganz oder teilweise durch einen Druckvorspannung PP12 kompensiert wird.

Bei den Lichtwellenleitern LW4 und LW9 treten infolge der gekrümmten Bahnführung des Lichtwellenleiterbändchens LB1 Druckspannungen SP4 und SP9 auf, die ebenfalls ganz oder teilweise kompensierbar sind, und zwar dadurch, daß die Lichtwellenleiter LW4 und LW9 mit einer Zugvorspannung PP4 und PP9 vorbeaufschlagt werden.

Der grundlegende Gedanke hinsichtlich der Kompensation der durch den gekrümmten Bahnverlauf bewirkten Beanspruchungen innerhalb eines Lichtwellenleiterbändchens besteht also darin, den einzelnen Lichtwellenleitern oder zumindest einem Teil von ihnen, insbesondere den am meisten mechanisch beanspruchten eine derartige entgegengesetzt gerichtete Vorspannung PP1—PP12 aufzuprägen, daß im Endzustand (d. h. bei der Anordnung des Lichtwellenleiterbändchens in der Kabelseele) die resultierende mechanischen Beanspruchungen der Lichtwellenleiter verringert oder weitgehend beseitigt werden.

Es ist im übrigen nicht notwendig, daß alle Lichtwellenleiter innerhalb eines Lichtwellenleiterbändchens mit entsprechenden Vorspannungen beaufschlagt sind. Beispielsweise liegen, wenn man ein Bändchen mit zwölf Lichtwellenleitern zugrunde legt, jeweils der 3. und der 10. Lichtwellenleiter LW3 und LW10 in einem Bereich, in dem nur sehr geringe bzw. unter Umständen sogar gar keine mechanischen Beanspruchungen auftreten. Ähnliches gilt beispielsweise bei einem Bändchen mit 16 Lichtwellenleitern bei dem die Lichtwellenleiter Nr. 3, 4 und 5 sowie Nr. 12, 13, 14 mechanisch nur sehr wenig beansprucht werden, während die ganz außen liegenden Lichtwellenleiter (Nr. 1, 2 sowie 15, 16) und die innen (d. h. mehr in der Mitte) verlaufenden Lichtwellenleiter Nr. 6—11 wesentlich höhere mechanische Beanspruchungen durch den gekrümmten Bahnverlauf erfahren. Es genügt also unter Umständen bereits, bei einem Bändchen mit 16 Lichtwellenleitern die Lichtwellenleiter Nr. 1 und 2, 6 bis 11 sowie 14 und 16 mit entsprechenden mechanischen Vorspannungen zu beaufschlagen, während die übrigen Lichtwellenleiter ohne mechanische Vorspannung innerhalb des Bändchens angeordnet werden können. Allgemein ausgedrückt sollten also zumindest die äußersten und die innersten (mittleren) Lichtwellenleiter innerhalb eines Lichtwellenleiterbändchens mit einer entsprechenden mechanischen Vorspannungen versehen werden, die sich kompensierend auf die z. B. beim Verseilvorgang entstehende Beanspruchung durch die gekrümmte Bahnführung auswirken, d. h. die innen liegenden Lichtwellenleiter weisen Zugvorspannungen, die außen liegenden Lichtwellenleiter Druckvorspannungen auf.

In Fig. 4 ist eine Einrichtung dargestellt, mit der ein Lichtwellenleiterbändchen LB1, entsprechend Fig. 1 hergestellt werden kann. Die einzelnen mit einer

Schutzschicht (Coating) versehenen Lichtwellenleiter sind auf Vorratsspulen VS1—VS12 angeordnet und werden von diesen über Bremseinrichtungen BR1 bis BR12 mittels einer Abzugseinrichtung AZ abgezogen und zu einer z. B. Umhüllungs- oder Beschichtungseinrichtung UE zugeführt. Dort wird die die Lichtwellenleiter fest umschließende Umhüllung UH nach Fig. 1 aufgebracht und noch vor dem Aufwickelprozeß ausgehärtet.

In den Bremseinrichtungen BR1—BR12 werden die einzelnen Lichtwellenleiter LW1—LW12 unterschiedlichen Zugspannungen unterworfen, die in Fig. 5 für die einzelnen Lichtwellenleiter dargestellt sind. Auf der Vertikalachse ist die jeweilige Zugkraft PT in cN aufgetragen. Der Verlauf der Kurve K500\* entspricht in etwa dem Verlauf der Kurve K500\* nach Fig. 2. Dies bedeutet, daß die beiden äußersten liegenden Lichtwellenleiter LW1 und LW12 nur eine geringe Zugspannung PZ1, PZ12 von etwa 20 cN erhalten, während die beiden in der Mitte liegenden Lichtwellenleiter LW6 und LW7 eine Vorspannung von 26 cN aufweisen. Die Lichtwellenleiter LW4 und LW9 weisen eine Zugspannung PZ4 bzw. PZ9 auf. Die Bremseinrichtungen BR1 bis BR12 sind somit generell auf unterschiedliche Zugspannungen eingestellt, derart, daß die jeweils außen liegenden Lichtwellenleiter mit einer geringeren Zugspannung, die innen liegenden Lichtwellenleiter LW2, LW3 mit einer größeren Zugspannung beaufschlagt werden.

Die Aufbringung der alle Lichtwellenleiter umschließenden Umhüllung UH erfolgt so, daß diese fest auf den einzelnen Lichtwellenleitern aufsitzt und diese sich somit gegenüber der Umhüllung UH nicht bewegen (d. h. nicht hindurchgleiten) können. Wenn es nach der Abzugseinrichtung AZ und nach dem Aushärten der Umhüllung UH zu einer Entspannung des Bündchens LB1 kommt, dann entsteht durch diesen Entspannungsprozeß eine mittlere resultierende Gesamtkraft beim Bündchen LB1, die in Fig. 5 mit PR bezeichnet ist. Die Bremskräfte BR1—BR12 werden so gewählt, daß sich ein Kurvenverlauf entsprechen K500\* ergibt, der dem der Kurve K500\* in Fig. 2 entspricht, die durch Spiegelung der Kurve K500 an der dortigen Nulllinie NU entsteht. Dies hat zur Folge, daß z. B. auf die Lichtwellenleiter LW1 und LW12 im erkalteten, verfestigten und entspannten Lichtwellenleiterbündchen LB1 eine Druckspannung von der Größe PR-PZ1 bzw. PR-PZ12 ausgeübt wird. Diese Druckspannung entspricht dem Wert PP1 und PP12 nach Fig. 1 und 2.

Dagegen sind die Zugkräfte PZ4 und PZ9 bei den Lichtwellenleitern LW4 und LW9 größer als die resultierende Gesamtkraft PR, so daß die Differenzkraft PR-PZ4 bzw. PR-PZ9 einer Zugspannung entspricht, die der Zugvorspannung SP4 bzw. SP9 nach Fig. 1 und 2 gleichzusetzen ist.

Ein so hergestelltes Lichtwellenleiterbündchen LB1 weist somit zumindest einen Anteil von mit einer Vorspannung versehenen einzelnen Lichtwellenleitern auf, wobei diese Vorspannung hinsichtlich ihrer Richtung umgekehrt ist zu der Beanspruchung, wie sie das Lichtwellenleiterbündchen bei weiteren Bearbeitungsvorgängen, insbesondere bei einer Verseilung, einer Torsion oder dergleichen erfährt. Da es im allgemeinen bekannt ist, für welchen Einsatz (d. h. welche Schlaglängen, welche Verseilradien usw.) ein Lichtwellenleiterbündchen vorgesehen ist, kann bereits bei der Herstellung des Lichtwellenleiterbündchens auf die künftigen Beanspruchungen infolge der gekrümmten z. B. helixförmigen Führung der Lichtwellenleiterbündchen in der Ka-

belsee Rücksicht genommen werden.

In den meisten Fällen wird es jedoch genügen mit einer "mittleren" Vorspannung der einzelnen Lichtwellenleiter zu arbeiten, weil ja auf jeden Fall eine kompensatorische Wirkung durch die entgegengesetzte Richtung zwischen Vorspannung einerseits und Beanspruchung infolge der gekrümmten Bahn andererseits eintritt. Selbst bei nicht exakter Kompensation von Vorspannung einerseits und Beanspruchungen infolge der gekrümmten Bahn andererseits enthält das Lichtwellenleiterbündchen auf jeden Fall im Endzustand (d. h. z. B. in der fertigen Kabelseele) weniger beanspruchte Lichtwellenleiter als wenn ohne eine Vorspannung gearbeitet würde. Die eventuell nach der Kompensation noch verbleibende Restspannung bei den Lichtwellenleitern liegt zweckmäßig unter einem sehr niedrig gehaltenen Grenzwert. Dieser Grenzwert beträgt nur einen Bruchteil der sonst maximalen Beanspruchung der am meisten beanspruchten Lichtwellenleiter LW1, LW12 bzw. LW6 und LW7.

In Fig. 6 ist der Aufbau eines optischen Kabels QC schematisch dargestellt, in dessen Zentrum ein zugfestes Element (z. B. Stahlseil) CT6 angeordnet ist. Auf einer darauf aufgetragenen Kunststoffschicht CE6 (vergleichbar mit dem zylindrischen Körper CE1 in Fig. 1) sind in zwei geschlossenen Lagen u-förmige Kammerkörper UC1 und UC2 aufgeseilt, wobei in jeder Lage zur Vereinfachung der Darstellung nur jeweils ein Kammerkörper gezeichnet ist. In jedem der Kammerkörper ist ein Stapel von Lichtwellenleiterbündchen angeordnet, die jeweils den z. B. in Fig. 1 dargestellten Aufbau haben können. Im vorliegenden Beispiel ist angenommen, daß jeweils drei Lichtwellenleiterbündchen LB1, LB2 und LB3 zur einem Lichtwellenleiterstapel zusammengefaßt und in das zugehörige u-förmige Kammerelement z. B. UC2 eingelegt sind. Außen auf den u-förmigen Kammerelementen ist jeweils eine Bewicklung oder dergleichen BW1 bzw. BW2 angebracht und das Kabel ist außen durch einen ein- oder mehrschichtigen Außenmantel MA geschützt. Die erfindungsgemäßen Lichtwellenleiterbündchen können natürlich auch in allen anderen bekannten Konstruktionen optischer Kabel eingesetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Optisches Kabel (OC) mit mindestens einem Lichtwellenleiterbündchen (LB1), das mehrere von einer gemeinsamen Umhüllung (UH) umschlossene Lichtwellenleiter (LW1—LW12) enthält und das in einer eine Torsion ergebenden Bahn im Kabel angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Lichtwellenleiter in der gemeinsamen Umhüllung (UH) mit einer mechanischen Vorspannung (PP1—PP12) beaufschlagt ist, deren Richtung derart gewählt ist, daß sie der Richtung der durch die Führung in der Bahn verursachten Beanspruchung (SP1—SP4) entgegengesetzt gerichtet ist.
2. Optisches Kabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die innerhalb in der gemeinsamen Umhüllung (UH) angeordneten äußeren Lichtwellenleiter (LW1, LW12) mit einer Druckvorspannung (PP1, PP12) beaufschlagt sind.
3. Optisches Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Umhüllung weiter innen bzw. zur Mitte hin liegende Lichtwellenleiter (LW4—PW9) mit einer

Zug-Vorspannung (PP4, PP9) beaufschlagt sind.

4. Optisches Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsverteilung bei den Lichtwellenleitern (LW1—LW12) im Lichtwellenleiterbändchen (LB1) 5 so gewählt ist, daß die Lichtwellenleiter (LW1—LW12) nach einer Verdrehung oder Verseilung des Lichtwellenleiterbändchens (LB1) weitgehend frei von Zug- und Druckspannungen sind, bzw. die verbleibende restliche Beanspruchung unter einem Grenzwert liegt, der nur einen Bruchteil 10 der ohne Vorspannung auftretenden Beanspruchung beträgt.

5. Verfahren zur Herstellung eines Lichtwellenleiterbändchens (LB1), bei dem mehrere Lichtwellenleiter (LW1—LW12) von einer gemeinsamen Umhüllung (UH) umschlossen werden, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Lichtwellenleiter beim Aufbringen der gemeinsamen Umhüllung (UH) mit einer mechanischen Vorbeanspruchung (PP1—PP12) beaufschlagt werden, daß die Umhüllung (UH) derart festsitzend auf den Lichtwellenleitern (LW1—LW12) aufgebracht wird, daß die mechanische Vorbeanspruchung zumindest zum Teil aufrechterhalten bleibt, und daß 20 die Richtung der Vorbeanspruchung derart gewählt ist, daß sie der Richtung der bei einer Weiterverarbeitung des Lichtwellenleiterbändchens (LB1) auftretenden Beanspruchung (SP1—SP12) entgegengesetzt gerichtet ist. 25

6. Lichtwellenleiterbändchen mit mehreren in einer gemeinsamen Umhüllung (UH) enthaltenen Lichtwellenleitern (LW1—LW12) gekennzeichnet durch eine Vorspannung der Lichtwellenleiter (LW1—LW12) derart, daß weiter außen liegende Lichtwellenleiter (LW1, LW12) einen Druckvorspannung aufweisen und weiter innen bzw. in der Mitte liegende Lichtwellenleiter (LW6, LW7) eine Zugvorspannung aufweisen. 30

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG 1

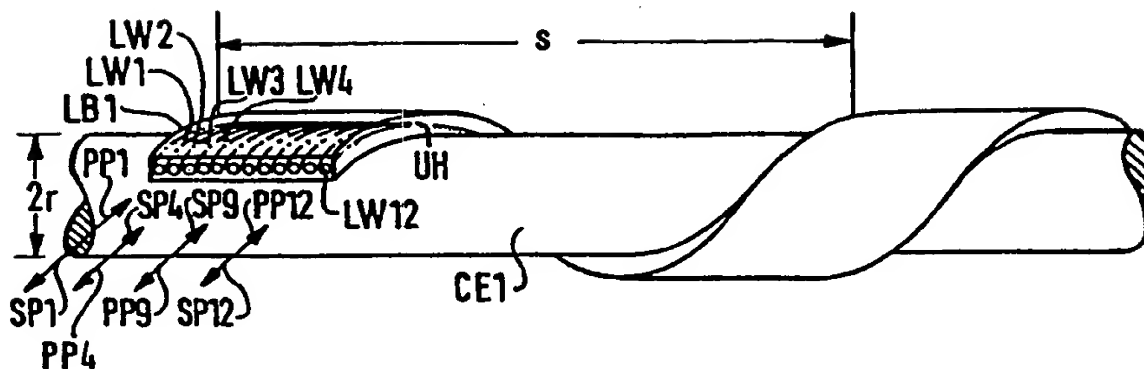
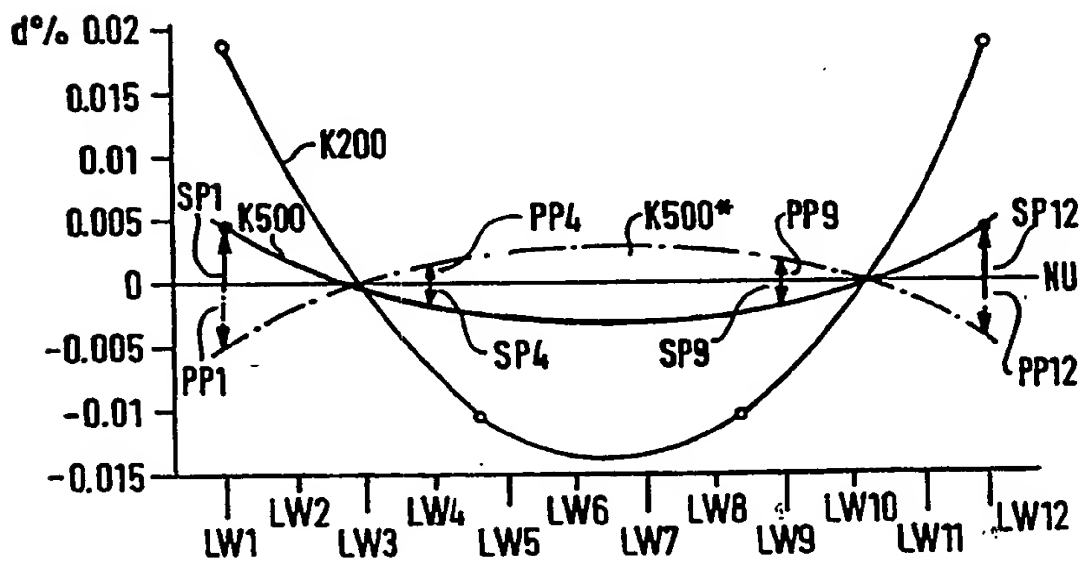


FIG 2



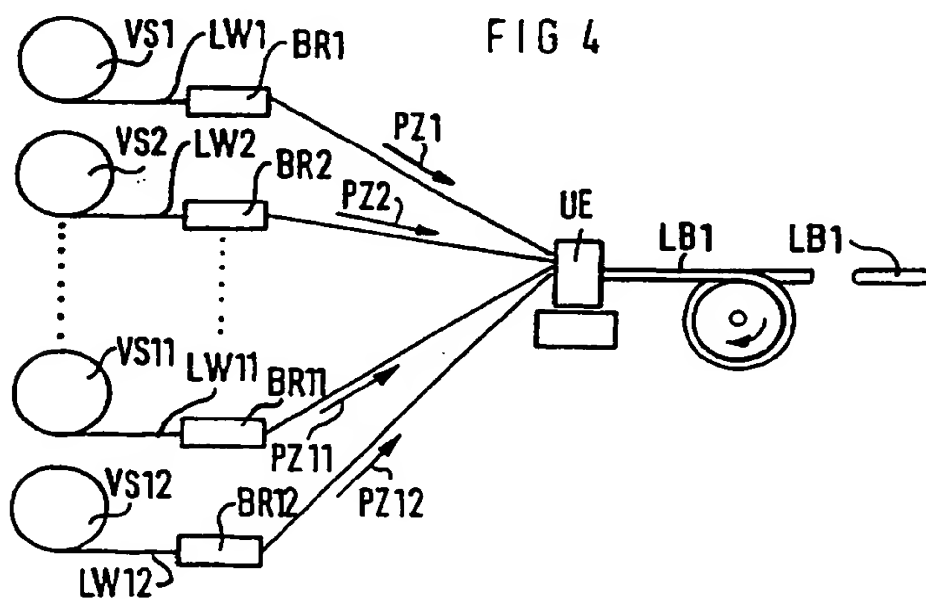
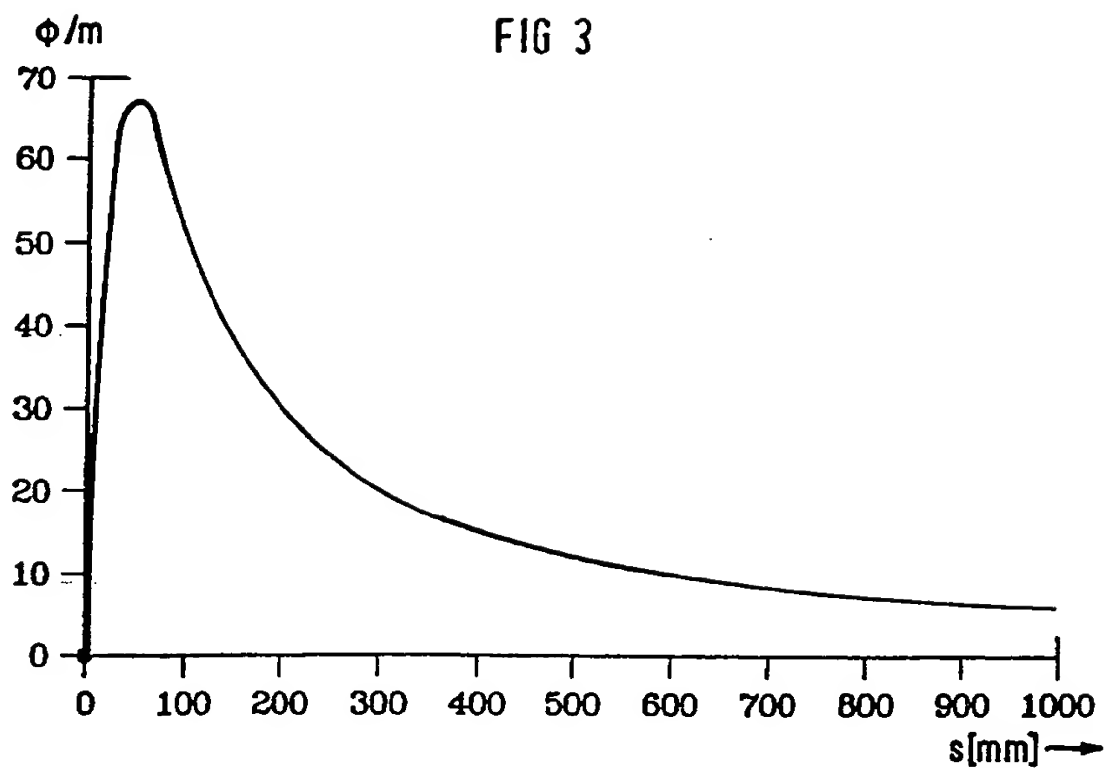




FIG 5

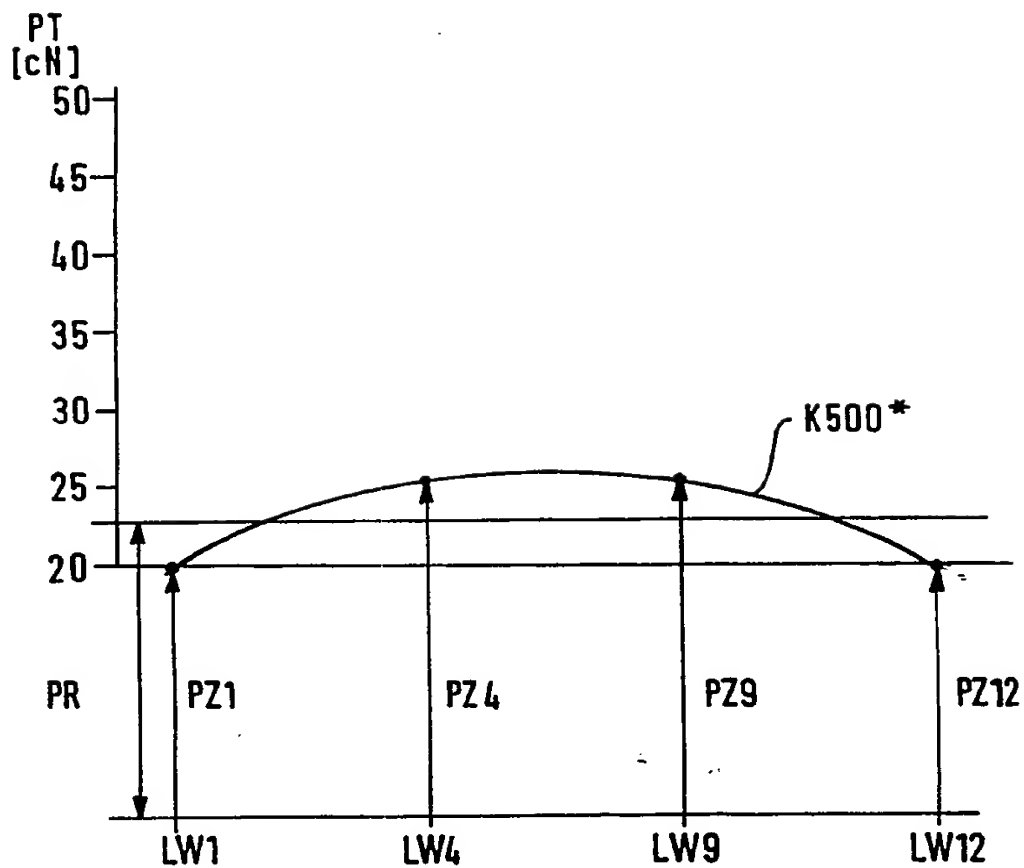


FIG 6

